

A Gellért-hegyi sikló mérnökgeológiája

Török Ákos, Kleb Béla, Görög Péter, Hajnal Géza, Lorberer Árpád, Vásárhelyi Balázs
BME, Építőanyagok és Mérnökgeológiai Tanszék

torokakos@mail.bme.hu, kleb@t-online.hu, gorog.peter@gmail.com, hajnalok@eik.bme.hu,
arpi@baber.t-online.hu, vasarhelyib@freemail.hu,

ÖSSZEFOGLALÁS: A Gellért-hegyre tervezett sikló és a mellette kialakítandó garázs mérnökgeológiai és hidrogeológiai viszonyait mutatja be a cikk. A terület földtani viszonyainak megismerésére 10 magfúrás, kutató aknák készültek. A sikló nyomvonal budai márgában fut, a kőzet felső zónája sárga agyagos, majd ez alatt szürke cementált mészmárga rétegek találhatók. Az eocén márga alatt fúrással feltártuk a hegy fő tömegét alkotó triász dolomitot, amelyben karsztos üregeket mutattak ki a vizsgálatok. A márga dőlése változó a fúrások alapján átlagosan 10-15°-os, de helyenként 30-40°-os meredek dőlésű rétegeket is találtunk. Tektonizáltságára jellemző, hogy réteg menti vetők, csúszólapok tagolhatják, de meredek, 60-75°-os kalcittal részben kitöltött repedéseket is találtunk. A márga felső zónája gyenge (RMR IV. oszt), mélyben fekvő cementált zónája jó (RMR II. oszt) paraméterekkel rendelkező kőzettestnek tekinthető. A 2 éves adatsorok és a vízszint mérések alapján meghatároztuk a maximális várható vízállást.

Kulcsszavak: Gellért-hegy, budai márga, dolomit, karsztvíz, mérnökgeológia, kőzetmechanika

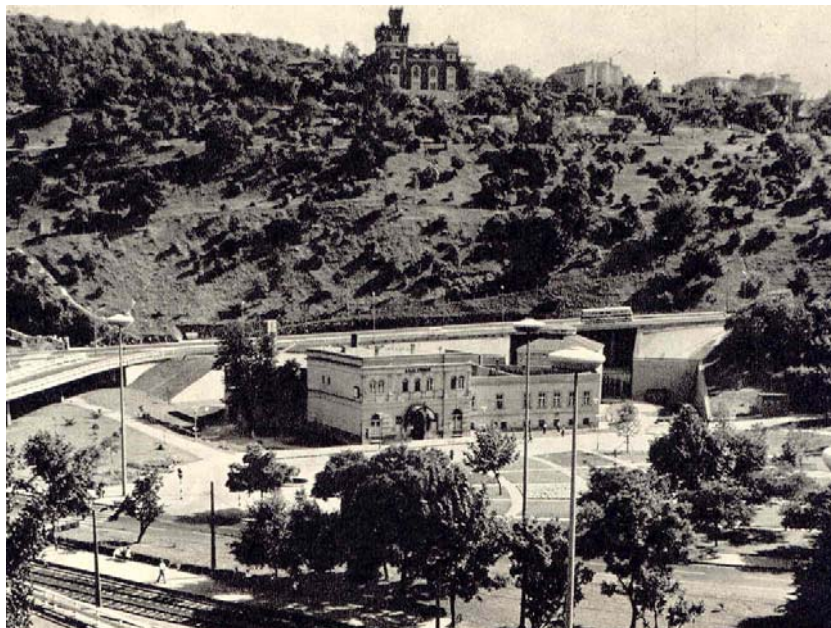
1 BEVEZETÉS

A Gellért-hegyi sikló építésének gondolata már több mint egy évszázada felmerült. A kezdeti elgondolásokat követően a sikló tervezése újabb lendületet kapott az ezredforduló után és 2002-től a Rác-fürdő és térségének a fejlesztése megindult. A jelen cikk a tervezett sikló és a hozzá szervesen kapcsolódó garázs (1. ábra) mérnökgeológiai vizsgálatának eredményeit foglalja össze.



1. ábra. A Gellért-hegyi tervezett sikló és a vizsgált terület elhelyezkedése

A vizsgált terület a Gellért-hegy északi lejtőjének a Rác fürdő és Citadella közötti 105–216 mBf zónája. A sikló indító állomása a tervek szerint a Hegyalja út közvetlen közelében, a hegy-felőli oldalon, míg a mélygarázs a Rác fürdő mellett helyezkedik el. A tervezett sikló egy szakaszon alagútban halad, majd kb. a pályaszakasz felénél felszínre bukkanva halad a Citadella felé. A nyomvonal feletti szakasz a Gellért-hegy oldalánál található területe korábban fás bokros volt (2. ábra), de mára már erdővel borított. A Rác-fürdő térségében a fürdő felújítással kapcsolatosan a cikk írásakor építési terület található. A magfúrások, a garázs területén és a Sikló tervezett nyomvonalában, három fázisban készültek el: 2004-ben 6 fúrás (összesen 100fm hosszban), 2005-ben 2 fúrás, majd 2007-ben 2 további új fúrás (50 fm) (3. ábra) és 5 kutató akna készült (4. ábra).



2. ábra. A tervezett sikló bejáratí részét és a pálya alsó szakaszát mutató korabeli kép



3. ábra. Mélyfúrás a Gellért-hegy lejtőjén a Sikló nyomvonalában

65

2 MÓDSZERTAN

Feldolgoztuk a területről és környékéről rendelkezésre álló korábbi szakvéleményeket. Terepi méréseket végeztünk a Rác fürdő mögött folyó építkezési területen, a Gellért-hegy kibúvásai-ban. Jellemeztük a feltárásokban látható kőzeteket és részletesen leírtuk a fúrások rétegsorát.

A fúrások maganyagának kőzettani leírása, mintázása mellett rögzítettük a töréseket, repedéseket, és elkészítettük a tagoltsági felvételt is. A tagoltsági vizsgálatokat a fúrásokban csak a szilárd, kőzet jellegű képződményekre készítettük el. Rögzítettük az egyes kiserelésekben az egybefüggő magok hosszát, a fúrómagokat tagoló repedések, kőzetrések, törések mennyiségét és a repedések dőlésszögét, meghatároztuk az RQD értékeket. A laboratóriumi geológiai vizsgálatok célja a mintaanyagból a kőzetváltozatok tulajdonságainak lehető legjobb, legpontosabb meghatározása volt.

Több fúrás környezetében kútszivattyúzási kísérleteket is végeztünk, valamint a fúrással feltárt karsztvíz vízkémiai és fizikai paramétereit is meghatároztuk.

A fúrások rétegsorának leírása alapján a kőzet előfordulásokat mintacsoportokra bontva meghatároztuk az egyes kőzettípusok laboratóriumi kőzetfizikai paramétereit. Tömegösszetételi vizsgálatok a sűrűségi, tömörségi és víztartalmi tulajdonságok meghatározására az MSZ EN 1936:2000 számú szabvány előírásit vettük figyelembe. Szilárdsági és alakváltozási vizsgálatok közül az egyirányú nyomószilárdság meghatározását az MSZ EN 1926:2000 a „A nyomószilárdság meghatározása” című szabvány szerint hossz- és keresztirányú alakváltozás méréssel kiegészített vizsgálattal végeztük el. A húzószilárdsági vizsgálatokat a korábban érvényes MSZ 18285/2:1989 számú „Közvetett húzóvizsgálat” című szabvány szerint, az ún. „Brazil-vizsgálattal” végeztük. A triaxiális vizsgálatokhoz szükséges próbatesteket a fúrómagok hossz-tengelye irányába végzett befúrással állítottuk elő. A rugalmassági modulust és az ún. látszólagos belső súrlódási szöget (ϕ), valamint a kohéziót (c) kiszámítottuk.

3 FÖLDTANI VISZONYOK

3.1 A terület képződményei

A terület fúrásos kutatása és a terület környékén található felszíni kibúvások, a korábbi szakirodalmak (Horusitzky 1935, 1939, Kleb 1964, Szabó 1879) valamint a feltáró aknák elemzése alapján a terület rétegsora a következő képződményekkel jellemezhető.

Feltöltés-lejtőtörmelék, holocén. Jellemző az 1,1 – 6,2 m vastagságú vegyes összetételű – rendszerint építési törmelék is tartalmazó – mesterséges feltöltés jelenléte. Ez alatt a fúrások esetenként patakhordalék stb. közbeiktatódásával budai márgát-, vagy annak mállott változatait tártak fel.

A Sikló-lejtőn is fölismerhető – első sorban a sétautak és vízelvezető árkok kialakításához kapcsolható – antropogén anyagú lejtőtörmelék. A talajjal való fedettség miatt csak apró márgatörmelék formájában helyenként észlelhető. Vékony lepel-, vagy foltszerű jelenlétével azonban számolni kell itt is.

Patakhordalék, agyagos kötőrmelék, áthalmazott lösz. A márgaösszletet negyedkori (pleisztocén-holocén) fedőtakaró borítja. A különböző genetikájú és összetételű képződményeket a kutatófúrások 1,5 – 10,5 m vastagságban tártak fel. A Gellért-hegy lábánál jellemző az agyagos kötőrmelék, áthalmazott agyagos lösz. A fürdő térségétől É-ra az Ördög-árok völgyben patak hordalék agyagos iszap, agyagos kavics települ. A Gellért-hegy lágymányosi oldaláról ismert tipikus lösz e területen nem ismert.

Édesvízi mészkő, pleisztocén. A hegy jellegzetes képződménye volt. A forrásvízi mészkő vastagsága valószínűleg nem haladta meg a 10 m-t. A hegy legmagasabb pontjain is fellelhető volt, a történelmi időkben több kőfejtőben bányászták. Ma már jószerivel csak foltokban észlelhető a felszínen (Szabó szikla). Kemény, tömött, vékonyan rétegzett kőzet, ritkán növénylenyomatok, csiga kőbelek tartalmaz. A kőzetben kisebb üregeket, barlangokat leltek, pl. a Citadella alapozásakor is.

A tervezett mélygarázs térségében is két fúrással különböző mélységben és vastagságban tártuk fel a mészkövet: 1F 3,6-4,9m, 4F 2,0-4,3m, 5,4-5,7m, 6,0-6,1m, 7,2-7,4m és 7,7-8,0m. Lehetséges, hogy a hegyláb rendezési munkálatai során vagy azt követően, mint tömbök kerültek a

Gellért-hegy lábához. Megemlítjük azonban, hogy 1935-ben a Rudas-fürdő területének ÉNY-i részén földmunkavégzés során holocén forrásvízi mészkő került a felszínre (Papp F. 1942).

Kavics, homok, pleisztocén. Laza kavics és kavicsos homok. A hegy délkeleti lejtőjén térték pezték is, de főleg fúrásleírásokból ismerjük. Vastagsága néhány méter, anyaga: nagyrészt apró szemű kvarckavics, alárendelten a közvetlen feüközetek szögletes törmelékdarabjai, ritkán amfibolandezit, bryozoás márga is előfordul. A képződményt Duna-teraszként értelmezik. A mélygarázs térségében áthalmozott kifejlődése ismert.

Budai márga (Budai Márga Formáció), felső-eocén / alsó-oligocén. Nagy üledékhézaggal a felső-triász dolomit alapegység lepusztult, karsztosodott felszínére települ. A mélygarázs térségében a dolomithoz hasonlóan a márga sem jelenik meg közvetlenül a felszínen. A Sikló nyomvonalán azonban a Gellérthege több pontján kutatóaknákkal feltártuk, így felszínközeli nagy területen általános elterjedésű.

A Rácfürdőt tápláló két forrás – Mátyás (Kis)-, illetve Nagy-forrás – a márga hasadékrendszeréből tör felszínre. A Gellért-táró Hegyalja út alatti, a fürdő támfalában felszínre nyíló, mintegy 190m-es szakaszát ugyancsak márgában hajtották ki. Az épülő szállodai szárny mögött, a Hegyalja út új támfalának alapozási munkáinál ugyancsak márgát és annak málladékát tárták fel. A fürdő térségi mélyfúrások mindegyike jelentős, de erősen változó vastagságban tárták fel (pl. Tabán I, Tabán II, Tabán III, Döbrentei-téri, Várkerti). Az összes 2004-2007 között, a térségben létesített fúrás feltárta a márgát.

A tervezett mélygarázs térségében a mesterséges feltöltés és negyedkori üledék alatt kis mélységben értük el a márgát: 1F 7,0 m; 2F 9,8 m; 3F 2,0 m; 4F 7,8 m; 6F 4,7 m. Az 5F-ben 10,0 m mélységben sem jelent meg a márga. A Hegyalja út alsó részüjében, a tervezett sikló nyomvonala mentén mélyített ferde fúrásainkban F-1 25°-os, 13,0 m F-2 10°-os 15,8 m-ben jelentkezett a márga. A 2007-ben elkészített magfúrások közül a Hegyalja út járdáján mélyített GS-1 fúrás 1,5 – 20,2 m között tárta fel a márgát. A sikló nyomvonalán 70,0 m-re DK-re, a hegyoldalban telepített GS-2 fúrás 2,6 – 20,2m mélységig márgába mélyült, amelyben 2,6 – 4,3 m között több üreg is jelentkezett. A hegyoldalban általános a talajtakarón megjelenő apró, áthalmozott márgatörmelék. A budai márga elterjedését erősítették meg a sikló tervezett nyomvonalában mélyített kutatóaknáink is.

A feltárt budai márga nem egységes. A fúrások és a kutató aknák alapján a márga felső része mállott, sárgára elszíneződött (5. ábra) és csak mélyebben található a szürke üde változata (6. ábra). A márga több esetben agyagos, erősen tektonizált, réteglap-menti vetőkkel tagolt (7. ábra).



5. ábra. Sárga oxidált mészmárga (GS-2 fúrás, 12,2 m)



6. ábra. A márga szürke üde változata



7. ábra. Rétegzés (15°) menti normál vető (GS-2 fúrás, 9,9 m)

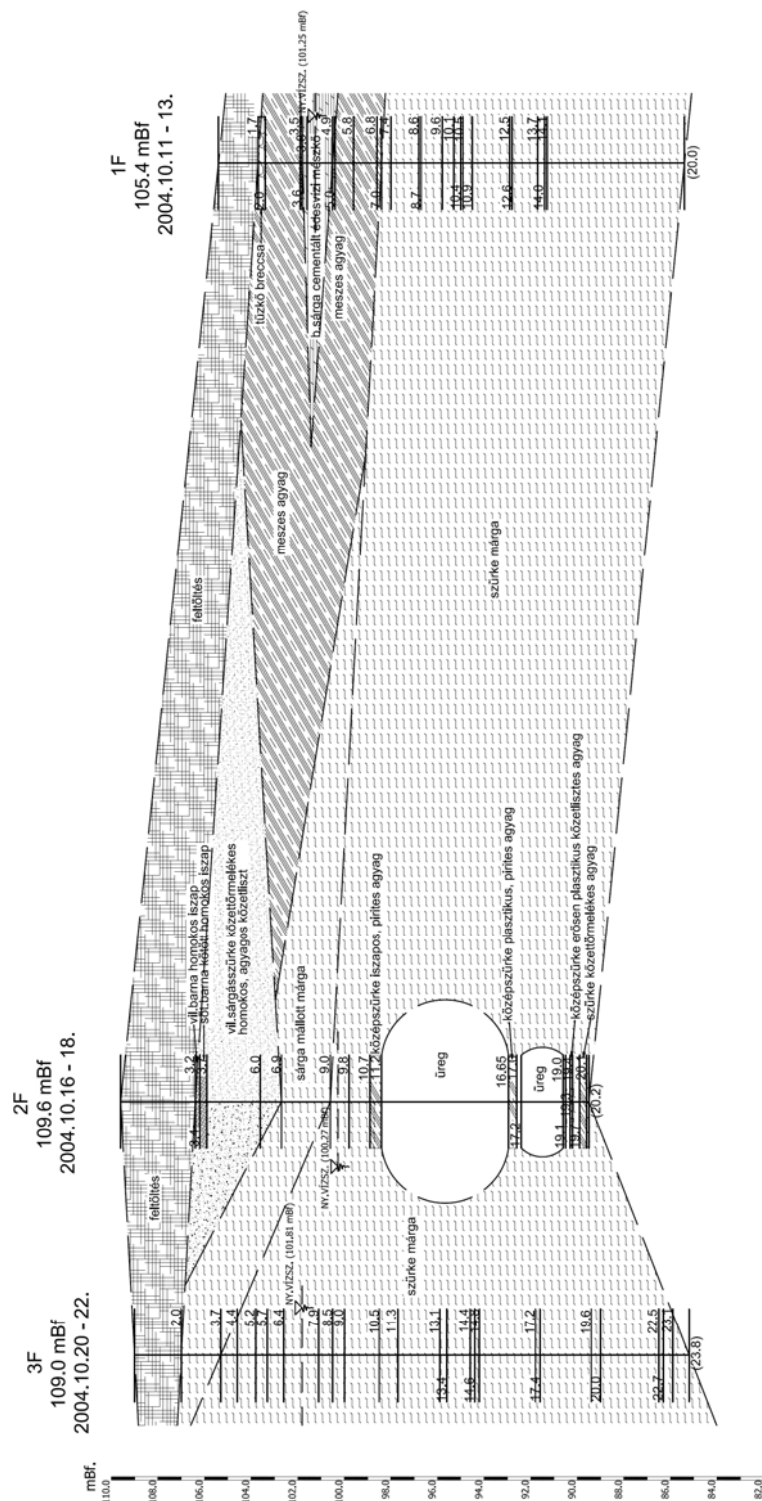
Földolomit, felső-triász. A sikló nyomvonalában a dolomit felszíni előbukkanását korábban nem valószínűsítették. A 2007-ben, a Hegyalja út járdáján mélyített GS-1 sz. fúrásunk a Budai Márga fekéjében 20,2 – 30,0 m mélységközben triász Földolomitot harántolt (8. ábra). A kőzet itt törmelékes, helyenként agyagos, a tömöttebb részei repedezettek. Fúrás közben fúrószáresést észlelték 24,6 – 26,2 m mélységközben, a geofizikai vizsgálat egyértelműen kavernás üreget mutatott ki.



8. ábra. Középszürke dolomit (GS-1 fúrás 22,8 m)

A sikló pályája mentén, a Bérc utca feletti szakaszon, a 4-s feltáró aknámban a talaj és agyagos márga alatt 1,0 m mélységben kemény breccsás szövetű, rózsaszín árnyalatú Fődolomitot tártunk fel. A területtől NY-ra, a Bérc utcában törési sík mentén a Fődolomit felszínre is került. A tektonizált zóna mellett találták meg a márgában a Bérc utcai kristálybarlangot is.

A fúrásokból kereszt- és hossz-szelvények készültek, amelyek a tervezéshez szükséges rétegsor mellett az elkészülő számítások geometriai alapját képezték (9. ábra).



9. ábra. A fúrások mentén készült kereszt-szelvény

3.2 Tektonikai viszonyok, rétegdőlések

A térségre vonatkozó földtani irodalom a tapasztalt jelenségeket többféle módon magyarázza. Schafarzík (1920) szerint a Gellért-hegy dolomit tömege egy feltolódott sasbérc, melyhez a harmadkori képződmények hozzátapadnak. Wein (1977) a pikkelyes feltolódást hangsúlyozza, kiemeli, hogy a budai márgában jelentkező lapos törési síkok vízszintes mozgásra utalnak. A jelenlegi feltártság alapján nem dönthető el, hogy a mozgás vízszintes eltolódás, vagy lapos feltolódás volt-e.

A termákvíz kutató tabáni mélyfúrások alapján egyértelmű, hogy a vizsgált területen a fő törési síkok mentén 40-90 m nagyságrendű vertikális elmozdulások, vetődések történtek, melyek ÉK-DNY és ÉNY-DK-i irányban egyaránt lépcsős szerkezetet hoztak létre. A földolomit eltérő mélységi helyzetét a budai márga különböző vastagsága egyenlíti ki.

A 2004. évi fúrások kutatás alapján (BME, 2004), a tervezett mélygarázs térségében, a budai márga dőlése 10°–20° között változó, de helyenként akár 30°–40°-t is mutathat. Ezt a meredekebb látszólagos dölést a tektonika mellett részben a szin-szediment deformációk (üledékképződéssel egyidős lejtőcsúszások) is okozhatták. A márga felszíne a fúrásokban 95,5 – 107 mBf magasságban jelentkezett. A márga tektonizált, de ez a tektonizáltság a fúrások tanúsága szerint igen változó lehet. Az egymástól néhány méterre lévő fúrások egyike erősen töredezett-repedezett, míg a mellette lévő viszonylag ép, egybefüggő kőzetösszletet tárt fel. A márgában előforduló lapos síkok (45°–60°) mentén vetődésre utaló jelek, vetőkarcok figyelhetők meg. A rétegzés menti elcsúszások (10°–15°) is több esetben megfigyelhetők, de összességében ezek a tervezett mélygarázs területén nem jelentősek. A tektonikai erők hatását mutatják a nagyszámú, rendszerint kalcittal kitöltött, 60-70°-os meredekségű kőzet-rések, törések. A sikló nyomvonalaiban a Hegyalja út alsó rézsűjébe telepített F1 és F2 számú ferde fúrásainkba erős töredezettség, feltolódási síkok jelentkeztek.

A 19. és 20. század fordulóján a Szt. Gellért rakpart és a Hegyalja út kiépítése jelentős sziklamunkával járt. Ekkor megfigyelhető volt, hogy a Gellért-hegy É-i lábánál a márga éles tektonikai sík mentén támaszkodik a hegy főtömegét alkotó dolomitnak. A márgarétegek felhajolnak, Schafarzík (1920) és Pávai Vajna (1937) szerint kis szinklinálist, vápát alkotnak.

A szakirodalomi adatok alapján az ÉNY-DK-i irányú törési rendszer mentén a budai márgában kialakult hasadékokból törnek elő a Rác-fürdő forrásai. A méréseink szerint a Nagy-forrás hasadék rendszere 326-146° csapású, amely a Rác-fürdő felé kissé irányt vált és 336-156°-os lesz. Nyitott, felszínen is látható hasadéka ÉNY-ra a Tabán I. fúrás irányába vezethet, amelyben a dolomit elérése előtt márga hasadékból bőséges termákvizet kaptak. DK-re a hasadékrendszer a sikló irányába mutat, kiterjedése tisztázásra vár.

A Kis(Mátyás) forrás márgában kialakult 33,0 m hosszú barlangja DK-re a Gellért-tározó GT-XVI akna kútjáig vezet. A hasadék ÉNY-i folytatását jelezheti, hogy a Tabáni III. kútban, 10,0 m mélységben már 43,5°C-t észleltek.

A szerkezeti öv menti töredezettséggel függ össze, hogy a Gellért-tározó Rác-fürdőhöz csatlakozó, közel 190 fm szakaszán – a VITUKI 2003-as szakvéleménye szerint – a tározó főtétjét biztosítani kellett. A vető térségben a márga települése is ellentétes. A Rác-fürdő Mátyás-forrásbarlangjának bejáratánál Papp F. 15°-os ÉNY-i, a tározó GT-XVI. aknájánál Oravecz 10°-os DNY-i dölést mért (VITUKI 2003). Ezt a szerkezeti-törési „vonalat-sávot” kell majd metszenie a Sikló alagútjának.

4 KÖZETFIZIKAI JELLEMZŐK

A fúrásokból nyert magminták közetfizikai vizsgálata alapján megállapítható, hogy a kőzetanyag sűrűsége légszáraz állapotban általában 2544 kg/m³ körül várható, míg vízzel való telítés esetén ezen érték 2621 kg/m³. A márga effektív porozitása 2,8 % körül van.

A mészmárga próbatesteneken gyakorlatilag minden esetben 50-100 MPa közötti nyomószilárdsági értéket mértünk, azaz budai márgába sorolható mészmárga „szilárd” kategóriába sorolható. Vízzel való telítés hatására ez az érték sok esetben közel felére is lecsökkenhet, és „közepesen szilárd” kategóriájúvá válhat. Legrosszabb esetben 22 MPa-os szilárdságot mértünk ebben a közetfizikai állapotban. Meg kell jegyezni, hogy a fúrások felső szakaszában található

sárgás színű, mállott agyagos márga ennél rosszabb közetfizikai paraméterekkel rendelkezik, de a sikló alagút, az már a szürke márgában fog haladni.

Rugalmassági modulus értéke általában arányban van a szilárdsági értékkel. Légszáraz esetben 10-20 GPa érték felvétele ajánlott, míg vízzel való telítés esetén ennek fele, 5-10 GPa.

A fűrőmag tagoltsági vizsgálata alapján változó mélységig nagyon gyenge állapotú, majd többnyire jó és kiváló minőségű kőzetre kell számítani az RQD tényező alapján.

A kőzettest osztályba sorolását akkor az ún. RMR érték alapján végeztük el. Ez alapján a felső zóna gyenge (IV. osztály) állapotú, a mélységgel lefele haladva a kőzettest minősége fokozatosan javul maximálisan 75 pontos értékig (II. jó osztály). Felhívjuk a figyelmet, hogy a kapott értékeket a kivitelezés módszere ismeretében szükség esetén csökkenteni kell – maximális csökkentő tényező 12 pont lehet a szakirodalom által megadottak alapján (Bieniawski, 1989).

A kőzettest tervezéshez felvehető mechanikai anyagállandóit az RQD és az RMR értékek ismeretében határoztuk meg. Ez alapján a kohézió és a súrlódási szög értékét a kőzettest érték ismeretében kell felvenni a megadott táblázat alapján. Alakváltozási modulusnak 5-15 GPa értéket ajánlunk felvenni. A kőzettest egyirányú nyomószilárdsága számításaink alapján 5-10 MPa.

Az indító állomás térségére vonatkozó számításokat és ott használható paramétereket, a kőzettestek elemzése alapján lásd részletesebben jelen kötetben Léber T. „A budai márgában kialakított hézagos cölöpfal végeselemes modellezése” c. cikkében.

5 VÍZFÖLDTANI VISZONYOK

5.1 *A terület általános hidrogeológiai jellemzése*

A Rác gyógyfürdő a területén fakadó két hegységperemi termális karsztforrás vizének hasznosítására létesült. Ezek a források a Szt. Gellért- és Rudas fürdők vízbázisait képező forrásokkal és a Duna-mederben fakadó szökevényforrásokkal együtt a Dunántúli-középhegység mezozoós főkarsztvíz-tároló rendszerének, azon belül az ún. Dél-budapesti rész-vízgyűjtőnek a természetes megcsapolásai. Vizük a Budai-hegység felszíni karsztos triász-kibúvásaiba beszivárgó csapadékvizekből származik, amelyeknek túlnyomó része nagy mélységekbe kényszerülve csak a környező, mélybesüllyedt medencealjzat kőzetein keresztül szivároghat (és felszín alatti útja során oldott anyagokban feldúsulva és felmelegedve) jelenik meg a forrásokban, a forrásvíz idős meleg komponenseit alkotva. A források környékén a mélyből felszálló hévizek a közelebbi hegységrögök helyi beszivárgásból származó, kis töménységű hideg-karsztvíz komponenseivel is keverednek. A Gellérthegy felszíni triász dolomit- és eocén mészkő- kibúváseinak területe nem jelentős, emiatt a hideg komponensek aránya itt különösen alacsony, jelenlétük csak a forrásvizek trícium-koncentrációi alapján mutatható ki.

A felszivárgó meleg víz a felső-triász főkarsztvíz-tároló mélyebbre zökkent zónáiból, a pesti oldal felől származik. A források felé szivárgó hévizek folyamatosan fűtik a megcsapolások környezetét (leadva a tároló távolabbi körzeteiből elvont hőmennyiség egy kisebb részét). A forrás-fakadási pontok láthatólag tektonikus hasadék-rendszerekhez kötődnek. Erre legszemléletesebb példa a Nagy-forrás széles vetőszerkezete (10. ábra) A Nagy-forrás litoklázisának a hegy felé (NyDNy-ra) eső oldalán Földolomitot, a tabáni oldalán Budai Márgát írt le Papp (1942), míg máshol a barlang alján települő dolomittörmelékem említ. Ellenőrző mérésről sajnos nincs tudomásunk a barlang falát lerakódások fedik. Az utóbbi verzió a fűrőfeltárások eredményeinek jobban megfelel. Ha a forrásvető két oldalának eltérő kőzetkifejlődése igaz, akkor a fürdőépület környezetében itt található legmagasabban a dolomit.

A főkarsztvíz-tároló helyi nyomásviszonyait elsősorban a források kiépített túlfolyó-szintjei határozzák meg. A Gellért-tároló Rác-fürdőig kihajtott, a szállodaépítés miatt „visszabontott” szakaszánál 104,5 – 105,0 mBf értékű piezometrikus nyomások észlelhetők a Nagy-forrás és a Duna felé csökkenő értékekkel.



10. ábra. A Nagy-forrás hasadéka

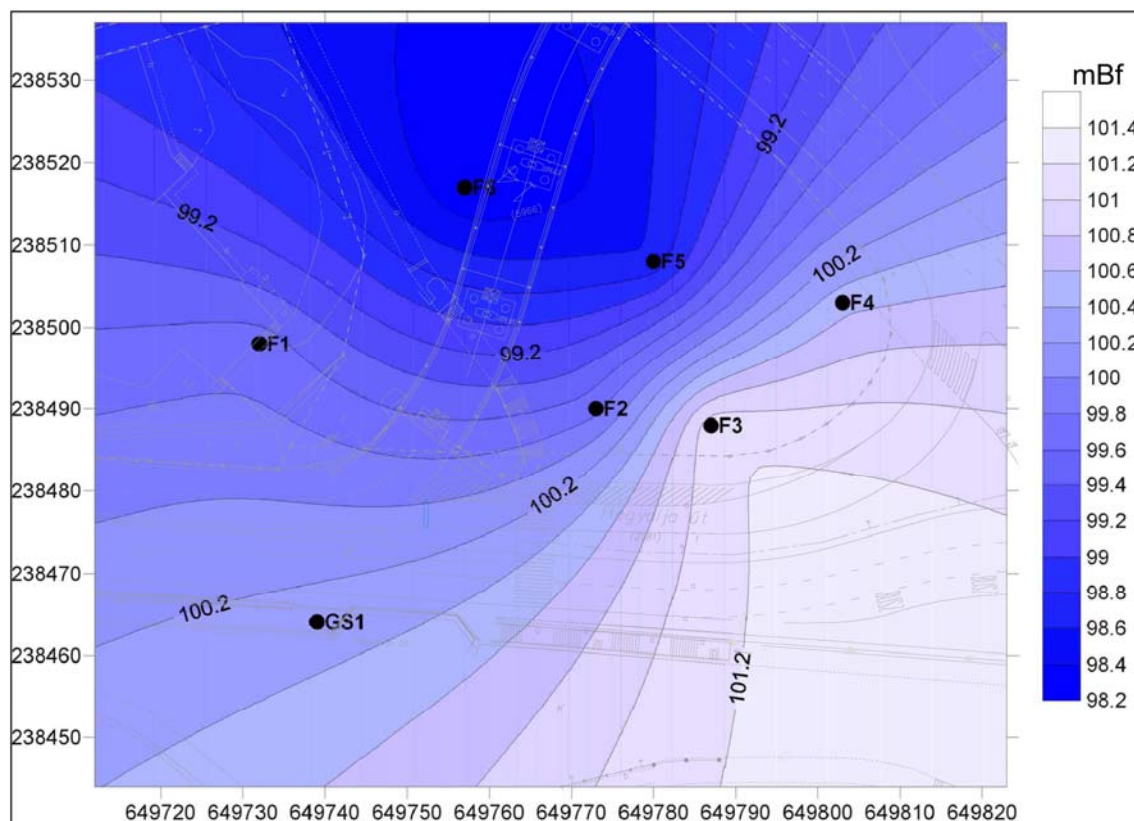
5.2 Hidrogeológiai mérések

A vízszintnek a több mint két éves mérési periódus alatt 98,24 mBf és 103,64 mBf között változtak. A legmagasabb víznívót a 3F, a legalacsonyabbat a 6F kútban mértük. Közel négy méteres vízingadozás figyelhető meg az 1F és az 5 F jelű kútban, míg a 2F, 3F, 4F jelű kutak vízjárása kiegyensúlyozottabb, körülbelül két méteres ezekben a vízszint ingadozás. A 4F és az 5F jelű kutak vízállása csak árvizes időszakban változik, egyébként közel állandónak tekinthető. A mérések alapján megszerkeztettük a térség minimális (11. ábra) és maximális (12. ábra) vízszintjét bemutató izovonlas térképsorozatot. A 2 éves adatsorok és vízszint mérések alapján a maximális várható vízállás 103,5 mBf, amely még a Duna árvizes időszakában sem valószínű, hogy ezt meghaladó értéket vesz fel. Ennek alapján a tervezett műtárgy a vizekre nincs visszatörlesztő hatással és a 103,5 mBf szint betartásával a karsztvízre nincs duzzasztó hatással.

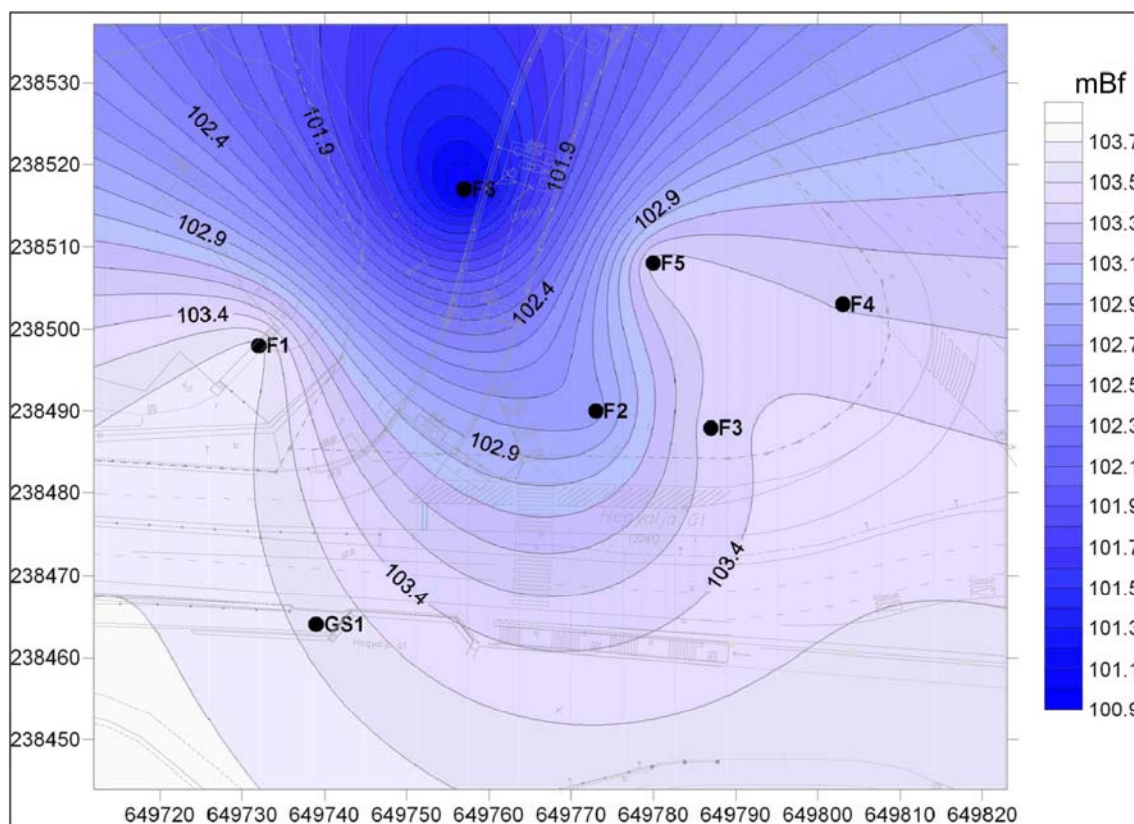
A pH érték a fúrások vizeiben két év alatt 5,57 és 7,38 érték között ingadozott (Hajnal et al. 2005). Az azonos napokon mért értékek nem mutattak jelentős eltérést, csak néhány tizedet, ami az alkalmazott műszer pontatlanságából is adódhat.

Az kutak átlagos víz hőmérséklete 21 és 41 °C között változott a két éves mérési periódus alatt. Az 1F jelű kút víz hőmérséklete jelentősen, körülbelül átlagosan 10 °C-al csökkent. A maximális vízállás bekövetkeztekor észleltük a legalacsonyabb hőmérsékletet, 23 °C-ot. A maximum és minimum hőmérséklet közötti különbség 17 °C (23 és 40,8 °C), aminek egyértelműen az egyensúly megbontása az okozója, nem természetes folyamatok következménye.

A Nagy-forrás hasadékában mérhető víz hőmérséklete 15 méter mélységben 39 °C körül ingadozott minden észlelési alkalommal.



11. ábra. A vizsgált terület minimális karsztvízszint térképe



12. ábra. A vizsgált terület maximális karsztvízszint térképe

6 ÖSSZEFOGLALÁS

- A tervezett sikló alagútban futó teljes nyomvonala eocén márgában halad, a felszínre bukkonását követően is sárga változó konzisztenciájú mészmárga jelenik meg.
- A siklóhoz hasonlóan a tervezett garázs is eocén márgába épül, amely a feltöltés és homokos agyagos kőzetliszt alatt található.
- Az eocén márga felső zónája sárga mállott, agyagos lehet, míg a fúrásokkal megismert alsóbb szakaszain már közészürke, változó agyagtartalmú.
- A márga igeneltérő tagoltságú és konzisztenciájú lehet, a puha agyagtól egészen a kemény cementált mészkőig változhatnak a tulajdonságai.
- A sikló Hegyalja úti átvezetésénél létesített új fúrás (GS-1) az eocén márga alatt a felszíntől számított 20,2 m-es mélységben érte el a triász dolomitot. A kutató aknáink közül csak a hegy tetején található egyik felső akna alján találtunk dolomitot, a másik a hegyoldalban létesített kutató fúrás eocén márgában haladt.
- Mind a márgában, mind az alatta fúrásokkal feltárt dolomitban karsztos üregek, barlangok jelenhetnek meg.
- Talajvíz vagy karsztvíz feltárása csak a sikló alsó állomásánál, a Rác-fürdő mellett lehetséges. A 2 éves adatsorok és vízszint mérések alapján a maximális várható vízállás 103,5 mBf, az épületek alapszintje csak e felé a szint felé helyezhető.
- A túlnyomásos-vízrendszer következtében sem az építkezés közvetlen, sem másodlagos hatásaként a melegkarszt akár időleges szennyezésével sem kell számolni.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönettel tartoznak Petik Csabának (Petik Kft.), Walton Imrének (Rác Nosztalgia Kft.), Dr. Lorberer Árpádnak, Tóth Álmosnak, és Léber Tímeának. A laborvizsgálatokban nyújtott segítségért Kovács S. Bélánénak, Emszt Gyulának és Árpás Endre Lászlónak vagyunk hálásak, további technikai segítséget nyújtott Saskői Erzsébet.

HIVATKOZÁSOK

- BME 2004. *A Rác-fürdő mellett létesítendő mélygarázs területének mérnökgeológiai, hidrogeológiai és kőzetfizikai értékelése a lemélyített fúrások alapján.* Szakvélemény, BME Építőanyagok és Mérnökgeológiai Tanszék
- BME 2005. *A Rác-fürdő mellett létesítendő sikló területének mérnökgeológiai és kőzetmechanikai értékelése,* Szakvélemény, BME Építőanyagok és Mérnökgeológiai Tanszék.
- Hajnal G., Görög P., Kleb B., Török Á., 2005. A Rác fürdő térségének mérnökgeológiai és hidrogeológiai értékelése. *Hidrologiai Közlöny*, 85,5, 63-67.
- Horusitzky H. 1937. A budai Várhegy csuszamlási okairól új megvilágításban. *Földtani Közlemény*, 67,4-6, 101-109.
- Horusitzky H. 1939. Budapest Duna-jobbparti részének (Budának) hidrogeológiája. *Hidrologiai Közlöny* 18.(1-6) 404p.
- Papp F. 1942. Budapest meleg gyógyforrásai. Budapesti Központi Gyógy- és üdülöhelyi, Rheuma és Fürdőkutató Intézet kiadványa Budapest, 252 p
- Pávai Vajna F. 1932: Új gyógyforrások Budán. *Hidrologiai Közlöny*, 12, 98-109.
- Pávai Vajna F. 1937: A Tabán új termális gyógyforrásai. *Hidrologiai Közlöny*, 21, 139-145.
- Schafarzik F. 1920: A Szent-Gellért hegy geológiai viszonyairól. *Földtani Közlöny*, 50,
- VITUKI 2003. A Rác fürdő fejlesztésével kapcsolatos építés-hidrologiai és hévízföldtani szakvélemény. Témafelelős: Lorberer Á. Tsz: 721/1/5899-01. VITUKI Rt, Budapest
- Wein Gy. 1977. *A Budai-hegység tektonikája.* Földtani Intézet Alkalmi Kiadványa, Budapest, 76p